Journal of Korean Society on Water Quality, Vol. 22, No. 3, pp.437-443 (2006)

기술노트

표준화력발전소의 발전폐수 통합을 이용한 용수 사용량 절감

문경석† ・장희수

한국남부발전주식회사 하동화력본부

Curtailment of Water use Through the Integration of Process Waste Waters at the Standard Thermal Power Plant

Gyeong-Seok Mun† ・Heui-Su Jang

Hadong thermal power site Division, Korea Southern Power co. LTD

(Received 13 February 2006, Accepted 3 April 2006)

Abstract

The Water usage is relationship which is close with the administrative cost from industrial facility. It is not easy to reduce a water usage. This research is the optimization of the waste water quantity which process waste water integration of the standard thermal power plant in system operate time. The turbine rotates by force of the steam and it produces an electricity. Demineralization Water is manufacture purity manufacturing equipment and it is supplied in power plant channel. We knew a possibility of reducing from pure control process. When it is reduced the Back Washing time, Rinsing time of the gravity filter and the activated carbon filter. Also, It is possible even from regeneration phase in Condensate Polishing Demineralization System. In addition, There is also the water which the drain of the sampling water for watching the condition of power plant process will be able to use. Integrates these processes it will be able to reduce an annual 30,000 ton degree. The research is want to use the fundamental data for the water curtailment of the power plant.

keywords : Power plant water re-use, Waste water re-application, Water curtailment

1. 서 론

산업 플랜트에서의 물 관리는 이제 에너지 관리 못지않게 중요한 문제로 부각되고 있다. 물 부족 현상은 이제 인류의 생존 자체를 위협하고 있으며, 21세기 전 세계에서는 물 부족 문제가 지구촌 공동의 문제로 제기되고 있는 실정이다. 70년대의 오일 쇼크가 일어났던 것처럼, 90년대부터 지금까지는 워터 쇼크가 일어나고 있다. 2025년에는 52개국 약 30억 명의 사람들이 물 부족 때문에 고통을 겪을 것이라고 전망되고 있으며, 이에 따라 수자원 문제가 국제분쟁의 주요 원인 중 하나가 되는 등 국제안보의 쟁점으로 부상할 것이라는 전망까지 나오고 있는 실정이다.

우리나라에서도 여름 갈수기의 공장 가동을 위협하는 수준에 이르고 있으며 기업체에서는 수처리 및 용수 공급과 관련된 비용 절감 측면에서 효율적인 물관리가 절실히 요구되고 있다. 용수 사용을 최적화 하면 원수의 사용이 감소하게 되고 폐수의 발생량도 감소한다. 폐수의 발생량을 최소화시키는 것은 원수 취수 및 처리 비용, 폐수 방류에 따른 부과금 등을 모두 줄일 수도 있게 된다. 그러나, 폐수 발생량을 어떻게 감소시킬 것인가 하는 것은 각 공정의 특성 및 제한조건이 각각 다르고 각 생산단위 공정에 따른 시스템의 연계로 인해 쉽게 접근할 수가 없다. 기존의 생산성 및 품질을 유지하면서 용수 사용량을 감소시키는 것은 어려운 문제이다.

국내 발전소의 용수 사용량은 공업용수 소비량의 약 1%를 점유하고 있으며, 발전소에서의 공업용수 사용량 증가 추세는 발전설비의 증가 및 기존 발전설비의 배연탈황 설비 신설하여 운전함으로 인해 향후에도 사용량은 증가할 것으로 예견되고 있다. 1997년부터 2000년까지 발전소에서 사용한 공업용수량을 보면 ’97년도에 약 1,500만톤의 공업용수를 사용하였으나 ’98년도에는 약 150만톤이 줄어든 1,350만톤을 사용한 것으로 나타나고 있다. 이는 주로 ‘97년도에 대형 신규발전소의 건설과 시운전에 따른 공업용수의 소요량이 일시적으로 증가한 것으로 볼 수 있다. 반면에 신규발전설비의 정상운전과 대형 발전설비의 배연탈황설비가 가동되기 시작한 ’99년부터는 공업용수의 사용량이 급증하여 ’99년도에는 1,850만톤이 사용되었고 ’00년에는 2,060만톤의 공업용수 사용하였다. 본 연구에서는 500 MW급 표준석탄 화력발전소(하동화력본부)에서 발생하는 폐수의 수질을 분석하고 재활용이 가능한 공정을 찾아 회수하여 재사용함으로써 공업용수의 절감 및 재이용 할 수 있는 방안에 대하여 연구하게 되었다.

† To whom correspondence should be addressed.
mooongs@kospo.co.kr

2. 본 론

2.1. 발전폐수 최소화를 위한 이론적 배경

공정에서 용수 사용량을 절감할 수 있는 방법은 폐수 발생량을 감소시켜 용수 사용량을 최적화하는 것이다. 폐수 발생량을 최소화하기 위한 일반적인 접근 방법으로는 공정을 변경시켜 원래의 용수 요구량을 감소시키는 것으로, Wet Cooling Tower를 Dry Air Cooler로 대하여 사용하는 공정 변경, 이전 공정에서 오염원이 다른 공정에서의 용수 사용 작업에 영향을 미치지 않는다면 이전 공정에서의 폐수를 다른 공정 작업에서 다시 사용하는 용수 재사용, 오염원의 일부 또는 전부를 제거한 후 다른 사용공정에서 재사용하는 재생용수 재사용(재활용) 및 재생용수 순환 등의 방법이 있다(신, 1998).

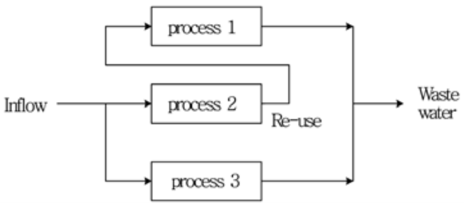

Fig. 1. Water re-use process.

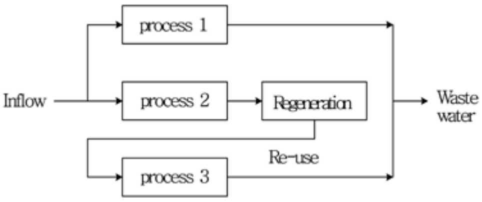

Fig. 2. Re-use after remaking.

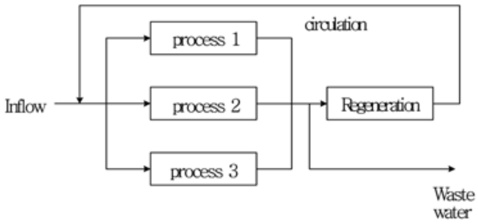

Fig. 3. Remaking water circulation.

2.2. 표준화력 발전소(하동화력) 일반현황

하동화력발전소는 500 MW급 표준화력 발전소로써 경남 하동군 금성면 가덕리에 위치하며 현재 발전용량 3,000 MW를 생산할 수 있는 시설로 발전 연료로는 유연탄을 사용하며 발전 과정에서 발생하는 환경오염 물질의 최소화를 위해 최신형 고성능 배연 탈황설비 설치, 밀폐식 석탄 하역기 설치, 전기집진기 및 질소산화물 저감 설비 설치 등을 운영하고 있다.

표준화력 발전소의 주요 전력 생산공정 및 용수 사용 공정은 간략히 다음의 Table 1과 같다(이 등, 2000).

Table 2에서 보는 바와 같이 발전용수는 담수(淡水)와 해수를 사용하며 해수는 터빈의 배출 증기를 냉각하기 위해

Fig. 4. Hadong thermal power plant foreground.

Table 1. Electricity production Process

Division	Process explanation	Remark
Material	Bituminous coal (generally) Diesel fuel (assistant)	
Unload& Transport	Transport ship unload Charge in a coal yard	Water Sprinkling
Pulv.	Coal pulverizer	Water Sprinkling
Boiler	Generator steam Air preheater Dust collector Desulfurization from exhaust gas	Demineralization water (steam) Raw water (Desulfurization)
Generator	Supply of electric power	

Table 2. The amount of process water used at the power plant

Division		Raw water	Sea water
Use		Demineralization Desulfurization Cleansing Regeneration A living water	Cooling water for condenser
Amount used	m^3/day	10,092	86,708×6 Unit
	%	100	100
Evapora-tion & loss	m^3/day	8,361	0
	%	83	0
Amount waste water	m^3/day	1,198 (Generator) 533 (Desulfurization)	86,708×6 Unit
	%	12 5	100

사용하고 있으며 공업용수는 순수(純水)생산, 각종 열 교환기류 세척수, 탈황(脫黃)용수 등으로 사용된다(한국전력기술, 2001).

공업용수의 취수원은 지리산을 발원지로 하는 덕천강 상류(하류 남강댐)로서 원수의 수질은 오염원에 의한 수질변동은 수질시험분석방법에 의거 분석시(이, 1997) 아래의 Table 3과 같이 크지 않았으며, 각 호기마다 탈황설비가 설치되어 있으며 연소가스는 대기로 방출하고 있다. 탈황설비의 경우 별도의 탈황폐수처리장을 설치하여 탈황폐수를 처리한다.

Table 3. The raw water analysis result

Division	Unit	Design	2003 year	2004 year
pH	at 25°C	6.7 ~7.4	6.9	7.7
Conductivity	μs/cm at 25°C	116	76.4	84.0
COD	ppm as O_2	3.7	1.0	2.0
DO	ppm as O_2	8.4	8.4	8.0
ABS	mg/L	0.12	tr	tr
Turbidity	NTU	24°	2.1	0.6
Ca^{+2}	ppm as $CaCO_3$	27.7	20.6	26.8
Mg^{+2}	〃	11.4	5.1	8.7
Total Iron	〃	2.2	0.6	1.3
Na^{+}	〃	9.8	6.2	9.4
K^{+}	〃	2.7	1.8	1.7
NH_4^{+}	〃	1.17	tr	0.3
FMA	〃	-	17	19.8
Total Cation	〃	-	34.1	44.2
HCO_3^{-}	〃	29.0	22.8	24.6
SO_4^{-2}	〃	5.3	5.6	3.6
NO_3^{-}	〃	9.6	8.5	5.4
Cl^{-}	〃	14.1	5.9	2.6
SS	〃	3.4	1.8	7.0
CO_2	〃	0.3	0.3	0.2
SiO_2	〃	9.39	8.9	8.6
Temperature	°C	2~27	16.7	21.0

2.3. 재활용 가능 발전용수 현황 분석

2.3.1. G/F(Gravity Filter) 역세 및 세정주기 변경

보일러의 증기를 생산하기 위하여 공급되는 순수를 생산하기 위한 순수처리공정에서 응집 침전조(Clarifier)의 처리수로부터 미세한 플럭(Floc)이나 SS(Suspended Solid)를 제거하기 위하여 3기의 중력식 여과기를 사용하고 있다. 중력식 여과기로 부터 양질의 처리수를 얻기 위해서는 일정시간 또는 처리수질이 기준치 이상일 때에 역세를 실시하는데 처리수의 탁도가 1 NTU 이상일 때, 규정된 운전시간(23.5 hr)이 끝났을 때, 중력식 여과기의 수위가 기준치보다 높을 때를 기준으로 역세를 실시한다. 통상, 역세 주기는 처리수의 수질보다는 규정된 운전시간이 끝났을 때(24 hr 정도) 실시하고 있다.

따라서 중력식 여과기의 처리수 수질이 양호함으로써 역세 및 세정시 짧은 시간에 여과기 재생이 완료될 수 있으므로 역세 및 세정주기의 변경으로 용수사용량을 절감할 수 있다.

G/F 역세는 설계기준에 의해 실시되고 있으며 년간 450회 정도 이루어진다. 재생시 폐수로 배출되는 양은 Table 4에서와 같이 144 m^3/회 정도이다.

Table 5에서와 같이 초기 1~4분 동안에 여과기 내부의 SS 및 미세Floc들이 대부분 제거되며, 역세 후 10분이 지나면 역세수의 수질 변화가 없는 것을 알 수 있다. 따라서 역세시간을 10분으로 변경함으로써 역세 유량을 줄일 수가 있다.

Table 4. Comparition of design standard and operating condition for G/F

Process		Design m^3/hr	Design min	Operation m^3/hr	Operation min	Remark
Drain		-	10	-	10	2.5 m^3
Backwash		480	15	480	15	450 times /year
Settling		-	5	-	5	
Rinse		90	15	90	15	
Total	Amount used	142.5 m^3/time		142.5 m^3/time		Clear water
	Exhaust quantity	145.0 m^3/ime		145.0 m^3/ime		

Table 5. Back washing time analysis for G/F

Clause \ Time (Min)	1	2	3	4	5	7	10	13	15
SS(mg/L)	0.5	1.5	9.5	5.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Turbidity (NTU)	0.9	1.7	2.1	0.9	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5

Table 6. Rinsing time analysis for G/F

Clause \ Time (Min)	1	2	3	5	7	10	13	15	Clear Water
SS(mg/L)	4.5	4.5	1.0	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.5
Turbidity (NTU)	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3

Table 6에서와 같이 세정공정 또한 역세공정과 비슷하게 초기 1~5분 동안에 여과수 수질이하로 세정이 완료된다. 세정 10분 후에는 수질이 일정해지면서 세정이 완료된 상태로 더 이상의 처리가 이루어지지 않는다. 따라서 세정시간을 10분으로 변경함으로써 유량을 절감할 수 있다. 중력식여과기의 역세시간을 10분, 세정시간을 10분으로 각각 변경시 47.5 m^3/회 절감되며 년 간 평균 450회 실시할 경우 21,375 m^3의 발전용수를 절감할 수가 있다.

2.3.2. A/C(Activated Carbon Filter)) 역세 및 세정시간 변경

A/C는 중력식 여과장치의 처리수 중에 함유된 유기물질, 색도성분, 잔류염소 등을 흡착/제거하여 이온교환장치의 수지부하를 최소화하고 처리수의 순도를 향상시키기 위한 전처리 장치이다. 활성탄 여과기는 유기물질, 잔류염소 제거외에 일부 부유물질, 미세 고형물질, 냄새, 색도, 맛, 유분 및 활성화 물질 등을 흡착/제거하는 기능도 가지고 있다. 활성탄여과기로부터 양질의 처리수를 얻기 위해서는 일정시간 또는 여과기 전/후 압력차 등이 기준치 이상일 때에 역세를 실시하는데 그 기준을 보면, 여과층의 압력 손실이 기준치(0.3 kg/cm^2)에 도달할 때, 규정된 처리수의 생산량(1,656 m^3/회)에 도달했을 때 역세를 한다. 따라서 활성탄

여과기의 처리수 수질이 양호함으로써 역세 및 세정시 짧은 시간에 여과기 재생이 완료될 수 있으므로 역세 및 세정주기의 변경으로 용수사용량을 절감할 수가 있다.

Table 7에서와 같이 A/C 역세 및 세정은 설계기준에 의해 실시되고 있으며 Blowdown 공정은 실시하지 않고 있다. 역세 회수는 년 간 166회 이루어지며, 재생 시 폐수로 배출되는 양은 62.8 m^3/회 정도이다.

Table 8에서와 같이 A/C의 SS 및 탁도를 측정한 결과 수질이 불규칙하게 나타났는데 이는 역세시 수중에 배출되는 물질은 부유물질이나 미세 고형물보다는 미립자의 활성탄이 대부분이었다. 따라서 수질조건에 따른 역세시간의 변경은 불가능하지만, 현장에서 역세시간 변경을 통하여 처리수의 수질 상태를 파악한 후 역세시간 변경 적용가능성을 판단할 수 있다.

Table 9에서와 같이 세정 공정시 배출수의 SS는 발생되지 않았으며, 탁도의 경우에는 15분 경과 후 활성탄 처리수의 수질과 동일하게 나타났다. 세정 15분 후에는 수질이 일정해지면서 세정이 완료된 상태로 더 이상의 처리가 이루어지지 않는다. 따라서 세정시간을 15분으로 변경함으로써 발전용수를 줄일수가 있다. 활성탄여과기의 역세시간 변경은 미립자 활성탄의 배출로 역세시간에 따른 수질변화로 그 기준을 정하기가 어렵지만, 세정시간의 경우에 15분으로 변경시 17.3 m^3/회 절감되어 년간 166회 실시할 경우 7,557 m^3의 재생유량을 절감할 수 있다.

Table 7. Comparition of design standard and operating condition for A/C

Process		Design		Operation		Remark
		m^3/hr	min	m^3/hr	min	
Blowdown		69	5	-	-	2.5 m^3
Backwash		113.1	15	113.1	15	166 times /year
Settling		-	5	-	5	
Rinse		69	30	69	30	
Total	Amount used	68.6 m^3/time		62.8 m^3/time		Clear water
	Exhaust quantity	68.6 m^3/time		62.8 m^3/time		

Table 8. Back washing time analysis for A/C

Clause \ Time (Min)	1	2	3	4	5	7	10	15
SS (mg/L)	3	1	1	-	2.5	-	2	4.5
Turbidity (NTU)	0.5	0.8	1.3	2.1	2.3	2.2	2.5	2.4

Table 9. Rinsing time analysis for A/C

Clause \ Time (Min)	1	2	3	10	15	20	30	Activated carbon water
SS (mg/L)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Turbidity (NTU)	0.5	0.7	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1

2.3.3. I/E (Ion Exchanger) 세척수 및 세정수

이온교환수지 재생수는 Table 10에서 보는 바와 같이 화공약품(염산, 가성소다) 사용으로 인해 발생되는 폐수의 전기전도도 및 염소이온 농도가 매우 높아 현실적으로 재이용하기가 어렵다. 하지만, 재생 공정중 표면세척, 역세, 세정, Drain 등으로 발생되어 진 폐수는 수질이 양호해, 분리 배출시 재활용 가능하다.

Table 10. I/E regeneration waste water and Rinsing waste water analysis results

Division		pH	Conductivity (μs/cm)	COD (cm/L)	SS (cm/L)	Cl^- (cm/L)
Regeneration waste water	Min	1.5	67	0.8	8.5	50
	Max	13.4	45,000	27	780	40,000
	Aver.	9.5	1,145	1.4	285	1,050
Rinsing waste water	Min	5.5	10	0.8	5	5.0
	Max	8.2	200	10	20	150
	Aver.	7.6	150	1.0	10	85

2.3.4. CPP(Condensate Polishing Demineralization Plant) 세정수 및 Sampling Water

고온 · 고압의 보일러에서는 고순도의 급수가 요구되므로 보일러 급수의 대부분을 차지하고있는 복수 중에 함유된 불순물(계통내에 발생한 부식생성물이나 보급수와 복수기 누설시 유입수에 함유된 용존 고형물 등)을 제거하기 위하여 설치된 복수탈염장치에서 발생하는 폐수는 전치여과기 역세 및 이온교환수지 재생시에 배출되는 폐수가 있다 (Korea Heavy Industry, 1999).

복수탈염장치는 보일러의 수질관리를 보다 효율적으로 하기 위하여 호기별로 설치되어 있으며, 재생시에 약품이 밸브 등에서의 누설로 인하여 급수를 오염시키지 않도록 하는 외부 재생방식이어서 수지분리 및 양이온 재생탱크 (CRT : Cation Regeneration Tank), 음이온 재생탱크(ART : Anion Regeneration Tank), 수지혼합 및 저장탱크(RST : Resin Storage Tank), 불활성수지저장탱크(IST : Intermediate Resin Storage Tank) 각각 1개와 3Chain의 전치여과기 및 혼상탈염기로 구성되어 있다. 복수탈염 장치를 재생하기 위한 약품 주입시에는 산이나 알카리를 포함하는 폐수가 배출되지만 역세나 수세시에 배출되는 수질은 비교적 양호하다.

혼상탈염기내부의 이온교환수지를 보호하기 위해 계통내 부유고형물질 제거용으로 혼상탈염기 전단에 설치되어 있으며, 역세조건은 운전 중 전치여과기 차압이 설정치에 도달하거나, 혼상탈염기 운전 종료 시점을 기준으로 하여 여과기에 축적된 금속산화물과 같은 부유물질을 제거하기 위하여 역세를 실시한다.

이온교환수지의 재생은 재생용수로써 수지분리 및 양이온 재생탱크로 이송시킨 후 수지분리를 효율적으로 수행하기 위해 불활성 수지 저장탱크에서 불활성 수지를 분리 및 양이온 재생탱크로 이송시킨 후 혼합 역세하여 양이온 수지, 불활성 수지 및 음이온 수지로 각각 분리한다. 분리된

불활성 수지 및 음이온 수지는 각각 불활성수지 저장탱크 및 음이온 재생탱크로 이송되어 양이온수지와 음이온수지는 각각 염산과 가성소다로 재생된다. 재생된 양이온, 음이온수지는 수지혼합 및 저장탱크로 이송, 혼합되어 혼상탈염기로 이송될 때까지 대기하게 된다. 재생폐수 중 약품(HCL, NaOH) 재생 및 약품세정수를 제외한 수지 이송수, 세정수, 역세수 등의 재생폐수는 수질이 양호하여 재이용이 가능하다. 혼상탈염기 재생폐수 발생량 중 재이용 가능량은 212.5 m^3/회-기 정도이다.

Condenser, Flash Tank, H/E, CPP 등 발전설비의 수질관리를 위해 분석용으로 사용하는 Sampling Water는 보일러 용수가 배출되는 것으로 양질의 수질 성분이다. 따라서, Sampling Water 연간 발생량은 9,865 m^3로 전량 재이용이 가능하다.

2.3.5. Settle Pond 폐수 재활용

Settle Pond로 유입되는 폐수는 저탄장 살수용수 및 Transfer tower 청소용수로서 대부분이 증발하고 일부만이 Pond로 유입된다. 발생량은 일정하지 않으며, 우수에 의해서 변동량에 많은 차이를 보인다. '01~'04년 동안의 월 최대발생량을 기준으로 하여 평균 203 m^3/day이 POND로 유입되며, Pond 하부 슬러지를 제외한 약 80%인 163 m^3/day가 재활용 가능하다.

2.4. 발전폐수 용수절감 및 재활용 방안

표준화력발전소의 순수전처리 설비, 복수탈염 설비, Sample Rack 등에서 발생하는 발전폐수를 선택적으로 집수, 재활용함으로써 안정적인 공업용수의 확보뿐만 아니라, 공업용수 사용량, 폐수처리장 처리부하 경감 등의 효과를 얻을 수 있다.

폐수발생량 및 폐수의 수질은 발전소의 지리적인 여건, 공정의 특성, 연료 및 순수제조설비, 용수사용설비의 운전기준 등에 따라서 많은 차이를 보이지만 위의 Table 11에서와 같이 순수 전처리설비 중 중력식여과기, 활성탄 여과기의 역세수, 복수탈염설비의 수지 이송수 및 역세수는 재활용이 가능하고 Sample Rack에서 발생하는 폐수의 경우 전량 재활용 가능하다. 또한 재이용 가능한 발전폐수의 수질을 분석해 보면 Table 12에서와 같은 결과를 얻었다.

Table 11. Curtailment of water process waste waters

Division	Demi treatment system (m^3/day)	CPP (m^3/day)	Sample rack (m^3/day)	Total sum	Remark
Waste water exhaust quantity	120~140	20~50	10~30	150~220	500MW×2unit
Re-Application possible quantity (Average)	78~86 (80)	15~35 (20)	(20)	103~151 (120)	

Table 12. The analysis of use possible waste water

Division	pH	SS (mg/L)	Conuctivity (μs/cm)	SiO_2 (mg/L)	Cl^- (mg/L)	Na^+ (mg/L)	Remark
Demi. treatment system	6.5~7.5	3~5	70~110	3~6	2~10	6~10	Back washing
CPP	6~7	2~3	10~17	0.05~0.1	0.4~0.8	0.2~0.5	-
Sample rack	7~9	0	5~10	Tr	Tr	Tr	-
Raw water	6.5~7.3	2.5~5	63~95	3.1~6.7	2~9.6	9~10	-

재이용 가능한 발전폐수의 수질분석발전소의 순수생산을 위한 순수처리 설비의 경우, 중력식 여과기와 활성탄 여과기의 역세수를 Sump에 집수한 후 폐수처리장으로 이송한 후 처리하게 된다. 이때 이온교환수지의 재생수 또는 청소용수 등의 잡용수가 Sump에 같이 집수됨으로써 재활용 대상폐수의 수질이 악화되어 재이용 또는 재활용을 어렵게 한다. 따라서, 중력식 여과기 및 활성탄 여과기 역세수를 (이온교환수지 세척수도 재활용 가능) 별도의 수조(통합 재활용 수조 신설)에 분리 집수한 후 원수로 재활용하면 가능하다.

중력식 여과기 및 활성탄 여과기 역세수 배수 배관을 신설되는 통합 재활용 수조로 연결한 후재활용 펌프를 설치하여 응집침전조 또는 원수저장조로 이송하여 원수와 같이 처리하여 재활용 하면 된다. 복수탈염설비에서의 재생 폐수 중 수질이 양호한 전치여과기 역세수, 수지 이송수 및 세척수를 각 호기별 SUMP에 분리 집수(폐수 SUMP 및 재활용 SUMP로 분리)한 후 별도의 수조(통합 재활용 수조 신설)로 이송한 후 원수로 재활용한다. 폐수 SUMP와 SUMP 중 한 개를 재활용 SUMP로 운영하며 재생설비의 배수 배관을 분기시켜 각 SUMP로 연결시키고 자동밸브를 설치하여 제어가 가능하다. 수지 이송 및 역세 운전시에 자동으로 배수밸브 및 회수밸브가 Open/Close 되도록 하여 재활용

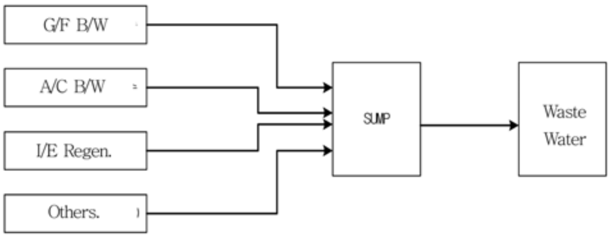

Fig. 5. Flowchart of existing pre-treatment equipment.

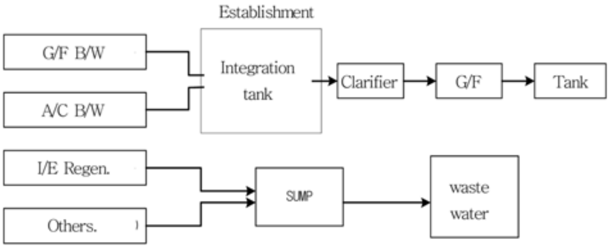

Fig. 6. Pre-treatment equipment re-use flowchart.

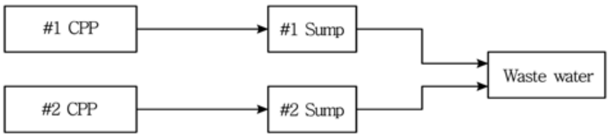

Fig. 7. The existing CPP waste water flowchart.

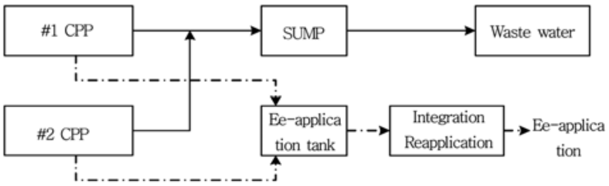

Fig. 8. CPP re-application flowchart.

SUMP에서 집수된 폐수는 통합재활용 수조로 이송배관을 설치하게 되면 폐수를 재활용할 수가 있다.

또한, Sample Rack에서 발생하는 폐수 전량은 복수탈염설비의 재활용 SUMP에 집수하여 복수탈염설비 폐수와 동일한 방법으로 재활용하면 된다.

3. 결 론

물 부족 현상의 심화는 용수 가격을 상승시키는 원인이며 산업플랜트에서의 물 관리는 에너지 관리 못지않은 중요한 문제이다. 이러한 현실속에서 표준화력발전소에서의 용수 사용량을 최적화함으로써 부족한 수자원의 보존과 환

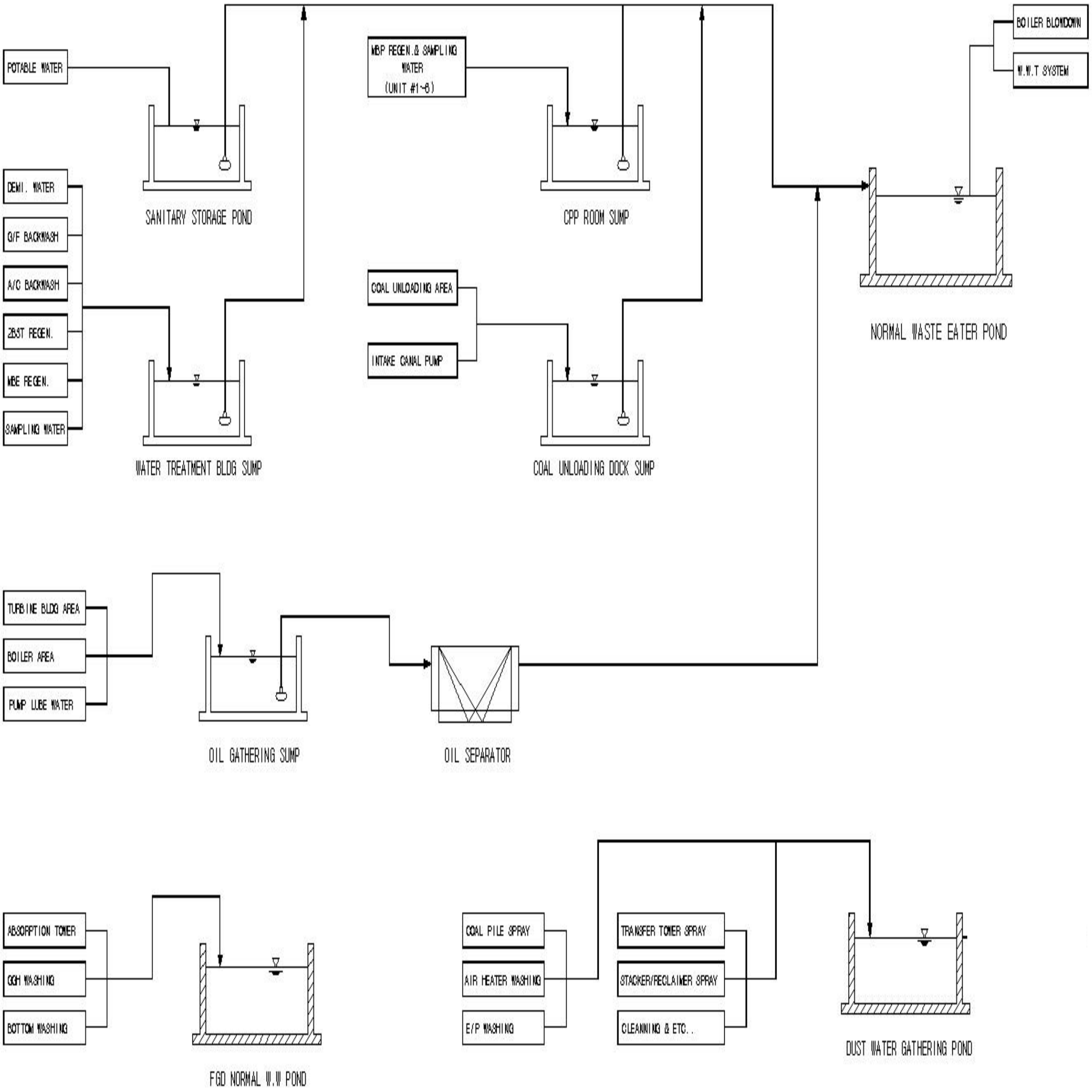

Fig. 9. Exiting waste water treatment system flow diagram.

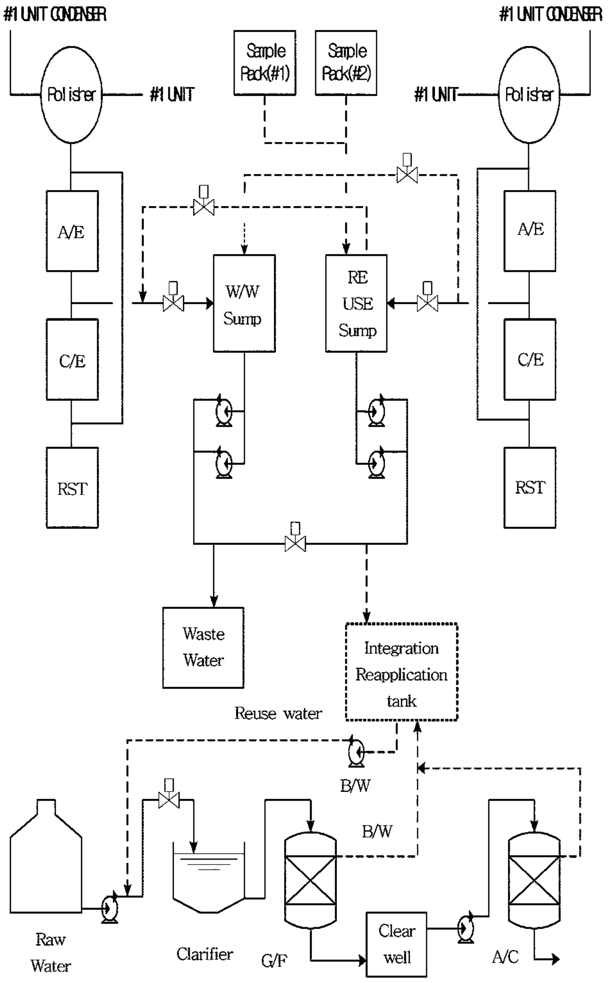

Fig. 10. Process waste water integrated curtailment plan block diagram.

경 보호는 물론 수처리 및 용수 공급과 관련된 비용 절감 측면에서 효율적인 관리를 통한 용수 사용을 줄일 수가 있다. 폐수 발생량을 최소화 하는 방법으로는 발생 폐수의 공정내 재이용을 기본으로 하여 용수 재이용 및 재활용에 영향을 미치는 오염물질을 파악하여 오염 물질량을 저감하거나 제거하여 발생 폐수를 재이용하는 것이다.

표준화력 발전소의 순수처리공정에서 용수사용량을 절감하는 방법으로는 수처리 설비인 G/F 및 A/C의 역세 및 세정시간의 변경으로 용수사용량을 절감할 수 있다. G/F의 역세 및 세정시간별로 수질분석결과 역세 10분 후에는 역세수의 수질 변화가 없었으며, 세정 10분 후부터는 처리수의 수질을 보였다. A/C의 경우에도 세정 15분이 지나면 처리수의 수질을 보였다. 따라서 G/F의 역세 및 세정시간을 15분에서 10분으로 줄이고, A/C의 세정시간을 30분에서 15분으로 변경함으로써 년간 30,000 m^3 가량을 절감할 수 있음을 알게 되었다.

혼상탈염기 재생폐수 및 Sampling Water를 재활용하는 방법으로는 Polisher 및 재생설비 배수 배관을 분기시켜 Sump와 Sump를 각각 연결시키고 자동밸브를 설치하여 재생폐수를 분리 배출함으로써 전치여과기 역세폐수, 혼상탈염기 재생폐수, Sample Rack Water는 집수하여 재활용한다.

Settle Pond 폐수의 경우 석탄에서 발생된 SS로 인하여 색도 및 농도가 증가하기 때문에 SS만 제거하게 되면 재활용이 가능하다. 따라서 일정시간 침전 시킨 후 상등수만을 취하여 여과 처리하게 되면 SS의 제거뿐만 아니라 색도도 제거되어 살수용수 등으로 재활용할 수가 있다.

이러한 방안이 표준석탄 화력발전소에서의 발전용수 현황조사, 수질분석, 제한조건 파악 등을 통해 용수사용 최적화를 위한 시스템의 목표설정과 용수 네트워크 구축을 위한 설계 반영으로 공업용수의 절감 및 폐수발생 최적화 방법이 되기를 바란다.

참고문헌

신욱상, *수질관리실무*, 한국전력공사 발전교육원, pp. 5-45 (1998).

이기우, 유영현, 양다모, *모의화력실무*, 하동화력본부, pp. 10-16 (2000).

이승환, *수질시험분석방법*, 한국전력공사 화력연수원, pp. 27-77 (1997).

한국전력기술(주), *하동화력발전소 운전지침서*, pp. 1-137 (2001).

Korea Heavy Industry, *Condensate Polishing demineralization System Design Manual*, pp. 2-12 (1999).